

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-324764

(43)Date of publication of application : 26.11.1999

(51)Int.Cl.

F02D 41/04
F02D 41/02
F02D 41/40

(21)Application number : 10-138463

(71)Applicant : MITSUBISHI AUTOMOB ENG CO LTD
MITSUBISHI MOTORS CORP

(22)Date of filing : 20.05.1998

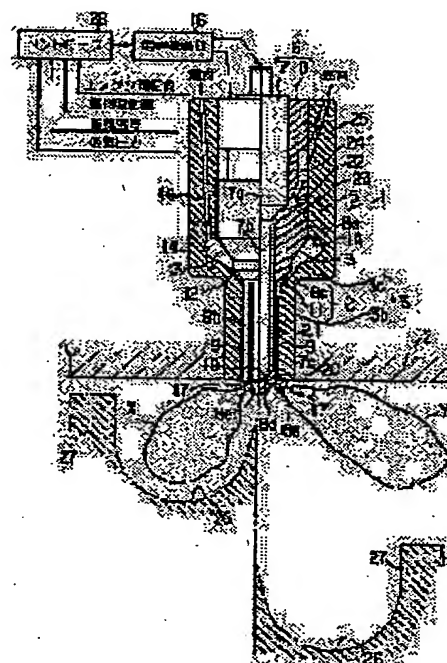
(72)Inventor : IWABUCHI YOSHINORI
YOKOGAWA TOSHITAKA
SHOJI TAKESHI
TAKEDA YOSHIHISA

(54) DIESEL ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a diesel engine that is capable of sufficiently exerting both effects of premix compression-ignition combustion and diesel combustion.

SOLUTION: This diesel engine is designed to inject fuel from its fuel injection nozzle 1, at early timing or from the initial stage of a suction stroke to the middle stage of a compression stroke during its low- or middle-load state so as to exert the effect of premix compression-ignition combustion sufficiently, as well as at normal timing or near the top dead center of a compression stroke during its high-load state so as to exert the effect of diesel combustion sufficiently. In this manner, the low- or middle-load state experiences only premix compression-ignition combustion for reduced NOx and black-smoke combustion, and the high-load state experiences only normal diesel combustion for securing a high output.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.05.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(43) 公開日 平成11年(1999)11月26日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	F I		
F02D 41/04	385	F02D 41/04	385	C
41/02	385	41/02	385	
41/40		41/40		C

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-138463

(22) 出願日 平成10年(1998)5月20日

(71) 出願人 000176811

三菱自動車エンジニアリング株式会社
東京都大田区下丸子四丁目21番1号

(71) 出願人 000006286

三菱自動車工業株式会社
東京都港区芝五丁目33番8号

(72) 發明者 岩淵 芳典

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車
工業株式会社内

(72) 発明者 横川 敏隆

東京都大田区下丸子四丁目21番1号 三菱
自動車エンジニアリング株式会社内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外 3 名)

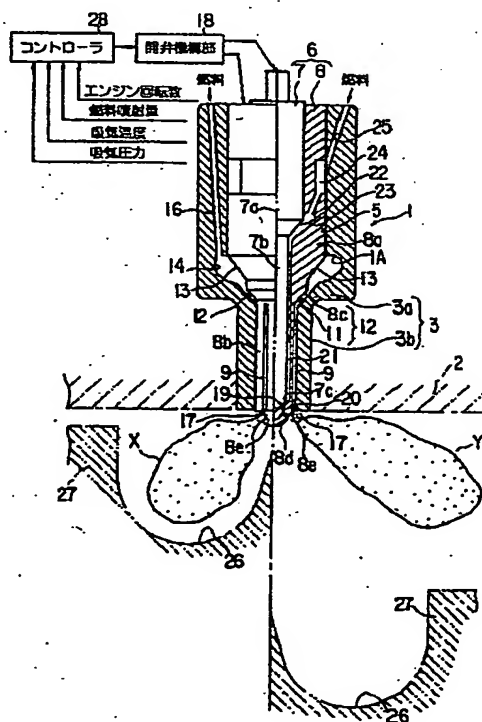
[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 ディーゼルエンジン

(57) 【要約】

【課題】本発明は、予混合圧縮着火燃焼の効果、ディーゼル燃焼の効果の双方が十分に発揮し得るディーゼルエンジン提供をする。

【解決手段】本発明のディーゼルエンジンは、低・中負荷時には、予混合圧縮着火燃焼の効果が十分に発揮されるよう、吸入行程の初期から圧縮行程の中期までの間で、燃料噴射ノズル1から燃料を噴射（早期噴射）し、高負荷時には、ディーゼル燃焼の効果が発揮されるよう、燃料噴射ノズル1から圧縮行程の上死点近傍で燃料を噴射（通常噴射）して、低・中負荷時は予混合圧縮着火燃焼だけにして、低NO_x、低黒煙燃焼をもたらし、高負荷時は通常のディーゼル燃焼だけにして、高い出力が確保されるようにしたことにある。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 吸入行程の初期から圧縮行程の中期までの間で燃料を噴射する早期噴射、圧縮行程の上死点近傍で燃料を噴射する通常噴射が可能な燃料噴射部と、低・中負荷時は前記早期噴射に切り替え、高負荷時は前記通常噴射に切り替える切替手段とを具備したことを特徴とするディーゼルエンジン。

【請求項2】 前記早期噴射と通常噴射との切り替えは、1サイクル中に前記早期噴射と前記通常噴射との双方を行う多段噴射を経由して行われることを特徴とする請求項1に記載のディーゼルエンジン。

【請求項3】 前記早期噴射と前記通常噴射との切り替えは、エンジンの筒内平均空気過剰率にしたがって行われることを特徴とする請求項1に記載のディーゼルエンジン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、予混合圧縮着火方式を採用したディーゼルエンジンに関する。

【0002】

【従来の技術】 ディーゼルエンジンでは、通常、圧縮行程の上死点近傍で燃料（軽油）を噴射させて、同燃料を圧縮熱で燃焼させるという、ディーゼル燃焼が行われている。このディーゼル燃焼は、燃料が燃えるまでの時間がかかり短いため、 NO_x 、黒煙が多く発生しやすい。

【0003】 こうした NO_x 、黒煙を低減させるためには、例えば混合ガスを希薄にしてリーン燃焼させればよいことがわかってきた。そこで、この希薄燃焼を実現させるべく、近年、予混合圧縮着火方式を採用したディーゼルエンジンが提案されてきた。

【0004】 同エンジンの予混合圧縮着火方式は、早期に筒内に燃料を噴射し、時間をかけて燃料を筒内の空気にまぜて、筒内全体を均一な希薄混合気にしてから燃焼させようとするものである。具体的には、予混合圧縮着火燃焼は、例えば圧縮行程の初期に燃料を筒内に噴射し、同燃料を圧縮行程で気化混合させ、同圧縮行程の終わりで燃料予混合気を自着火させようとするものであるところが、予混合圧縮着火燃焼は、均一な希薄混合気を確保して始めて成立する燃焼なので、筒内の空気過剰率が大きくなるときの運転、すなわち低・中負荷という、限られたエンジン負荷の運転のときだけしか行えない。

【0005】 そこで、この対策として2段噴射を採用したディーゼルエンジンが提案されている（特開平9-158810号公報）。これは、エンジンの運転全域で、吸入行程の初期に、予備噴射と称して燃料を1度噴射して希薄混合気を形成し、続く圧縮行程の上死点付近（近傍）で主噴射と称して再度燃料を噴射させて、低負荷、中負荷、高負荷のいずれでも希薄混合気が形成される運転を可能としたものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、上死点近傍で噴射された燃料は、先に述べたように高濃度から理論空燃比の付近で燃焼するために、必ず NO_x 、黒煙の増大を伴う。このため、上記2段噴射式のディーゼルエンジンだと、上死点近傍で行われる主噴射が、予混合圧縮着火燃焼の利点、すなわち低・中負荷で発揮する低 NO_x 、低黒煙に優れた燃焼を損なってしまう。しかも、予備噴射による希薄混合気の形成は、逆にディーゼル燃焼の利点を損なう結果ともなるので、高負荷時には高出力が確保しにくく、排気ガス性能、出力特性のいずれの点で良いものとはいえなかった。こうした点の改善が求められている。

【0007】 本発明は上記事情に着目してなされたもので、その目的とするところは、予混合圧縮着火燃焼の効果、ディーゼル燃焼の効果の双方が十分に発揮し得るディーゼルエンジンを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために請求項1に記載したディーゼルエンジンは、低・中負荷時には、吸入行程の初期から圧縮行程の中期までの間で燃料を噴射する早期噴射を行い、高負荷時には、圧縮行程の上死点近傍で燃料を噴射する通常噴射を行い、低・中負荷時では、低 NO_x 、低黒煙燃焼をもたらす予混合圧縮着火燃焼だけを行い、高負荷時では、高い出力が確保されるディーゼル燃焼だけを行い、予混合圧縮着火燃焼の効果とディーゼル燃焼の効果とが十分に発揮されるようにしたことにある。

【0009】 請求項2に記載のディーゼルエンジンは、さらに予混合圧縮着火燃焼とディーゼル燃焼とがスムーズに切替えられるよう、早期噴射と通常噴射との切り替えを、1サイクル中に早期噴射と通常噴射との双方を行う多段噴射を経由して行うようにしたことにある。

【0010】 請求項3に記載のディーゼルエンジンは、さらに簡単な制御で、早期噴射と通常噴射との切り替えを、エンジンの筒内平均空気過剰率にしたがって行うようにしたことにある。

【0011】

【発明の実施の形態】 以下、本発明を図1ないし図4に示す一実施形態にもとづいて説明する。図1は本発明を適用したディーゼルエンジンの燃料噴射ノズル回りを示し、図中1はシリンダヘッド2に装着された噴霧ノズル（本願の燃料噴射部に相当）である。

【0012】 この噴霧ノズル1には、早期噴射に適した噴霧パターン、通常噴射に適した噴霧パターンといった2種類の異なる噴霧パターンで、燃料（軽油）の噴霧が可能な可変噴霧ノズルが用いてある。

【0013】 この噴霧ノズル1の構造について説明すれば、図中3はノズルボディである。ノズルボディ3は、

20

30

40

50

上側に大径な筒部 3 a を有し、下側に小径な筒部 3 b を有して形成してある。そして、小径な筒部 3 b の下端部が、シリンダヘッド 2 の下面からシリンダ内に臨んでいる。

【 0 0 1 4 】 このノズルボディ 3 内の空間で形成されている針弁室 5 には、大小 2 種類の針弁を同心状に組み合わせた針弁部 6 が上下方向に摺動自在に収められている。この針弁部 6 には、針状の内側針弁 7 と、この内側針弁 7 の外周面に摺動自在に嵌挿された有底筒状の外側針弁 8 とを組み合わせた構造を用いてある。

【 0 0 1 5 】 具体的には、外側針弁 8 は、大径な筒部 3 a 内に収まる大径軸部 8 a と小径な筒部 3 b 内に収まる小径軸部 8 b とを有し、両軸部 8 a、8 b との境界部には円錐面 8 c が形成され、先端部が半球状に形成された有底筒形状をなしている。また半球状部 8 d の基部側には、複数の噴孔、例えば 6 個の噴孔 8 e が周方向に所定の間隔で形成してある。そして、この半球状部 8 d が小径な筒部 3 b の下端から突き出ている。なお、小径軸部 8 b の直線部分の外径は、半球状部 8 d の外径より大きくしてある。また小径軸部 8 b の直線部分を形成する外周面には、上記半球状部 8 d の噴孔位置と対応して、それぞれ軸方向に延びるスリット状の溝部 9 が周方向沿いに並行に形成されている。各溝部 9 上端部は、円錐面 8 c まで延びている。そして、各溝部 9 の上端部が、円錐面 8 c を用いたシート部、すなわち円錐面 8 c とこれと接離するシール面 1 1 とを組み合わせて構成される外側シート部 1 2、その直上に形成してある受圧面 1 3 を囲むよう大径な筒部 3 a の内面に形成された油溜り部 1 4、さらに大径な筒部 3 a の周壁に形成された通路 1 6 を介して、燃料圧送部 (図示しない) と連通している。また各溝部 9 の下端部 (先端部) は、小径な筒部 3 b の先端 (下端) からシリンダ内に開口し、噴孔 1 7 を形成している。そして、外側針弁 8 は、同外側針弁 8 を開閉動 (上下動) させる開弁機構部 1 8 (例えば燃料圧を利用して開弁させる機構) に接続され、同機構部 1 8 で行われる外側針弁 8 の開弁により、筒部端面の噴孔 1 7 から燃料が噴射できるようにしてある。

【 0 0 1 6 】 内側針弁 7 は、大径軸部 8 a 内に収まる太軸部 7 a と、小径軸部 8 b 内に収まる細軸部 7 b とを有した針状をなしている。細軸部 7 b の先端部 (下端) には、噴孔 1 7 上流側の小径軸部 8 b の内面部分に形成してある円錐状のシール面 1 9 と組み合わせる円錐面 7 c が形成されていて、同部分には内側シート部 2 0 を構成している。そして、この内側シート部 2 0 は、細軸部 7 b の外周面と小径軸部 8 b の外周面との間に形成されている通路 2 1、その通路端の直上に形成してある受圧部 2 2 を囲むよう大径軸部 8 a の内面に形成された油溜り部 2 3、大径軸部 8 a の外周面に形成されている中継用の環状溝 2 4、さらに大径な筒部 3 a の周壁に形成された通路 2 5 を介して、上記燃料圧送部 (図示しない) と連通

している。そして、内側針弁 7 も上記開弁機構部 1 8 に接続され、同機構部 1 8 で行われる内側針弁 7 の開弁により、外側針弁 8 の先端の噴孔 8 e から燃料を噴射できるようにしてある。

【 0 0 1 7 】 そして、各噴孔 8 e から横方向へ噴射される燃料によって、図 1 中の X で示されるように圧縮行程の上死点近傍に達したピストン上面のキャビティ 2 6

(燃焼室を形成する部分) 内へ良好に燃料が噴霧されるようにしてある。つまり、通常のディーゼル燃焼に適した噴射が行われるようになっている (通常噴射) 。また各噴孔 8 e から横方向へ噴射される燃料に各噴孔 1 7 から下方向へ噴射される燃料を衝突させるという、衝突噴射によって、吸入行程の初期から圧縮行程の中期までの間を用いて、図 1 中の Y に示されるような予混合圧縮着火燃焼に適した燃料の噴霧が行われるようにしてある (早期噴射) 。具体的には、横方向の噴射流に下方向の噴射流を衝突させると、シリンダブロック 2 の下面に燃料が付着せず、かつ低貫徹力で、燃料の微細化が促進されながら、上死点から離れた地点にあるピストン 2 7 のキャビティ 2 6 へ向かう最適な噴霧角で噴霧が行われるようになる。

【 0 0 1 8 】 これにより、1 本の可変式の噴霧ノズル 1 で、それぞれ異なる噴霧特性をもつ 2 種類の噴霧パターンで、予混合圧縮着火燃焼に最適な早期噴射と、ディーゼル燃焼に最適な通常噴射とが最適に行えるようにしてある。

【 0 0 1 9 】 また噴霧ノズル 1 の開弁機構部 1 8 には、コントローラ 2 8 (例えばマイクロコンピュータよりなる) が接続され、同コントローラ 2 8 により、開弁機構部 1 8 を制御して、低・中負荷時 (低温始動時を除く) には早期噴射が行われ、高負荷時には通常噴射が行われるようにしてある。この早期噴射と通常噴射との切り替えには、ディーゼルエンジンの筒内平均空気過剰率を用いて切替える制御が採用されている。具体的には、コントローラ 2 8 には、例えばディーゼルエンジンの回転数、同じく燃料噴射量、同じく吸気温度、同じく吸気圧力から筒内平均空気過剰率を算出する機能と、エンジンの低・中負荷域と高負荷域とで噴霧パターンを切替えるための例えば燃料性状などを考慮した空気過剰率値から定めた噴射パターン切替設定入値と、同設定入値をディーゼルエンジンの E G R 率で補正する機能とが設定されている。またコントローラ 2 8 には、補正した噴射パターン切替設定入値と、算出された筒内平均空気過剰率との対比により、低・中負荷時には早期タイミングの噴射、例えば圧縮行程中期での噴射 (早期噴射) に切り替え、高負荷時には圧縮行程の上死点近傍だけの噴射である通常噴射に切替える機能とが設定してある。これにより、低・中負荷において予混合圧縮着火燃焼が行われ、高負荷において通常のディーゼル燃焼が行われるようにしている。またコントローラ 2 8 には、低・中負荷時の

早期噴射と高負荷時の通常噴射との切替えの際、1サイクル中に例えば上記早期噴射と上記通常噴射との双方を用いた多段噴射を経由してから切替えを行う機能が設定されている。この機能にて、予混合圧縮着火燃焼からディーゼル燃焼へ、ディーゼル燃焼から予混合圧縮着火燃焼へのいずれの燃焼でもクッションとなる多段燃焼を介在させてから移行させるようにしてある。

【0020】こうした早期噴射／通常噴射に切替える制御が図2のフローチャートに示されている。つぎに、同フローチャートにもとづいて噴射パターンの切替えを説明する。

【0021】ディーゼルエンジンの運転中、コントローラ28は、ステップS1に示されるようにエンジン回転数、燃料噴射量、吸気温度、吸気圧力を読み取り、続くステップS2でこれら検出値を用いて筒内平均空気過剰率を算出する。

【0022】一方、ステップS3では、予め燃料性状などから設定してある、噴射パターンを切替えるための筒内平均空気過剰率入値、具体的には噴射パターン切替設定値 α 、 β を読み込み、これら設定値 α 、 β を現在のエンジンのEGR率で補正する。

【0023】ここで、設定値 α はエンジンの低・中負荷と高負荷との境を規定する閾値であり、設定値 β は燃焼の切替えを滑らかに行う多段噴射の領域を規定する閾値であり、続くステップS4、5で、これら閾値 α 、 β と先の算出された筒内平均空気過剰率 λ とが対比されていく。

【0024】そして、筒内平均空気過剰率 λ と閾値 α 、 β とを対比した結果、算出した筒内平均空気過剰率 λ が閾値 α より高く、ディーゼルエンジンが低・中負荷と判定されると、コントローラ28は、ステップS4からステップS6へ進み、開弁機構部18を制御して、例えば図3(a)に示されるように内側針弁7と外側針弁8との双方を圧縮行程の中期で開弁させる。これにより、燃料は、噴霧ノズル1の先端部から衝突噴射、具体的には各噴孔8e、17から噴射される燃料が互いに衝突して予混合圧縮着火燃焼に最適な噴霧パターンを形成しながら筒内へ噴射される。

【0025】これにより、低・中負荷時には早期噴射だけが行われ、予混合圧縮着火燃焼、すなわち燃料を圧縮行程で気化混合させて、同圧縮行程の終わりで燃料予混合気を自着火させる燃焼が行われる。

【0026】その後、算出した筒内平均空気過剰率 λ が低くなり、ディーゼルエンジンが高負荷と判定されると、コントローラ28は、図3(b)に示されるような多段燃焼領域を介在させてから、図3(c)に示されるような通常のディーゼル燃焼に切替える。

【0027】すなわち、コントローラ28で高負荷と判定されると、ステップS5からステップS7へ進み、開弁機構部18を制御して、図3(b)に示されるように

例えば吸入行程の中期で内側針弁7と外側針弁8との双方を開弁、続く圧縮行程の上死点近傍で内側針弁7だけを開弁させる。これにより、燃料は、早期噴射(衝突噴射)と通常噴射とによって多段に噴射される(1サイクル中)。

【0028】これにより、多段燃焼が行われる。そして、筒内平均空気過剰率 λ が、通常燃焼へ移行する設定値 β を越えると、コントローラ28は、ステップS8へ進み、図3(c)に示されるように通常噴射(圧縮行程の上死点近傍で内側針弁7だけを開弁)だけを行う。これにより、ディーゼル燃焼に切り替わり、高負荷の間は、ディーゼル燃焼が継続する。

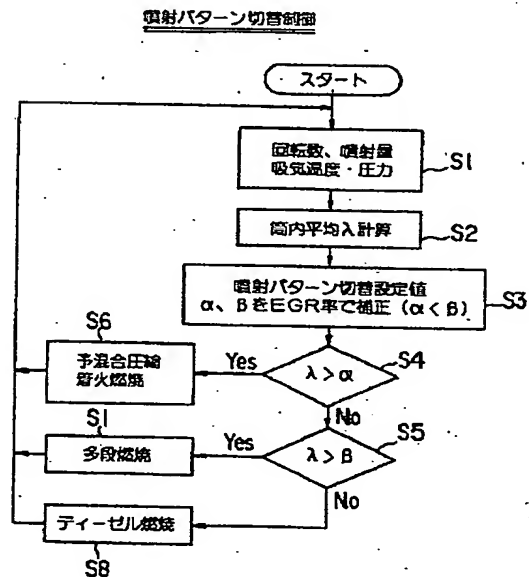
【0029】なお、高負荷から低・中負荷へ切り替わる際にも、同様に多段噴射が途中に介在されてから(多段燃焼)、予混合圧縮着火燃焼へ移るものである。このように低・中負荷時には早期噴射に切替え、高負荷時には通常噴射に切替えることより、低・中負荷時には予混合圧縮着火燃焼による低NO_x、低黒煙燃焼が実現され、高負荷時にはディーゼル燃焼による出力確保が実現されるようになる。実験によれば、図4中の実線に示されるようにディーゼルエンジンの低・中負荷域では、予混合圧縮着火燃焼が十分に発揮されたことの証として、NO_xの生成が格段に抑制されたこと、排煙(黒煙)の発生が格段に抑制されたことが確認され、高負荷域では、ディーゼル燃焼が十分に発揮されたことの証として、従来のディーゼル燃焼のときと同じ高い出力が確保されたことが認められた。さらに、多段燃焼によって切替えの際、低NO_x、低黒煙燃焼の悪化を抑えた切替えが行われたことも認められた。

【0030】それ故、予混合圧縮着火燃焼の効果とディーゼル燃焼の効果とを十分に発揮させることができる。この結果、排ガス特性ならびに出力特性の双方に優れたディーゼルエンジンを提供できる。特に予混合圧縮着火燃焼で求められる噴霧特性、ディーゼル燃焼で求められる噴霧特性が得られるよう、早期噴射と通常噴射の噴霧パターンを可変させたので、一層、優れた排ガス特性ならびに出力特性が実現できる。

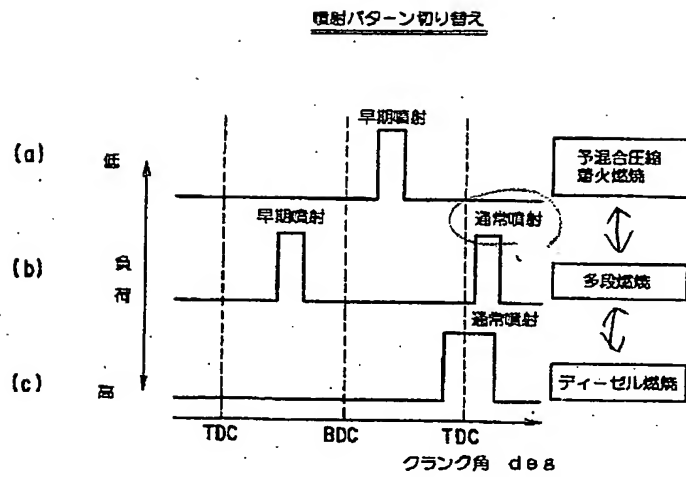
【0031】しかも、予混合圧縮着火燃焼と通常のディーゼル燃焼との切替えは、両燃焼の間である多段噴射による多段燃焼領域を経由して行うので、スムーズな切替えが行える。そのうえ、多段燃焼領域は、希薄燃焼を含んでいるので、NO_x、黒煙の悪化は最小限ですむ。

【0032】加えて、同切替えは、ディーゼルエンジンの筒内平均空気過剰率にしたがって行うようにしたので、簡単な制御である。なお、一実施形態では、圧縮行程の中期や吸入行程の中期に燃料を噴射する早期噴射を例に挙げたが、これに限らず、早期噴射は吸入行程の初期から圧縮行程の中期までの間で行われればよい。

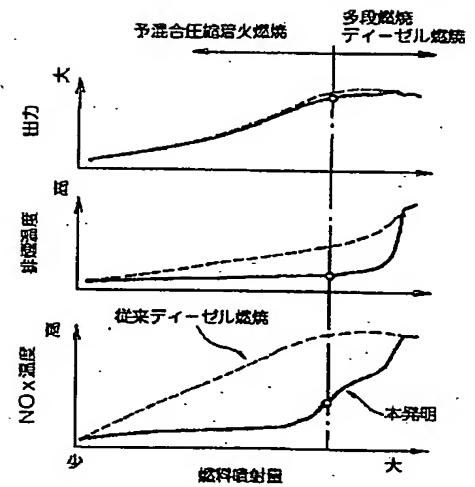
【0033】また一実施形態では、1本の可変噴霧ノズルを用いて、混合圧縮着火燃焼と通常のディーゼル燃焼



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72) 発明者 庄司 武志

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車
工業株式会社内

(72) 発明者 武田 好央

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車
工業株式会社内